



(51) МПК
E21B 37/08 (2006.01)
E21B 43/04 (2006.01)
E21B 43/08 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2008136869/03**, **23.01.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.01.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
15.02.2006 US 11/354,651

(43) Дата публикации заявки: **20.03.2010** Бюл. № 8

(45) Опубликовано: **20.04.2012** Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2005189108 A1, 01.09.2005. US 2005284625 A1, 29.12.2005. SU 1461868 A1, 28.02.1989. SU 1608330 A1, 23.11.1990. US 6029746 A, 29.02.2000. ГАВРИЛКО В.М. Фильтры буровых скважин. - М.: Недра, 1985, с.9-17, 28-39, 68-69.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **15.09.2008**

(86) Заявка РСТ:
GB 2007/000221 (23.01.2007)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2007/093761 (23.08.2007)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
 ООО "Юридическая фирма Городисский и
 Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву,
 рег.№ 146**

(72) Автор(ы):

**НГУЙЕН Филип Дьюк (US),
 РИКМАН Ричард Д. (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ХЭЛЛИБЕРТОН ЭНЕРДЖИ СЕРВИСИЗ,
 ИНК. (US)**

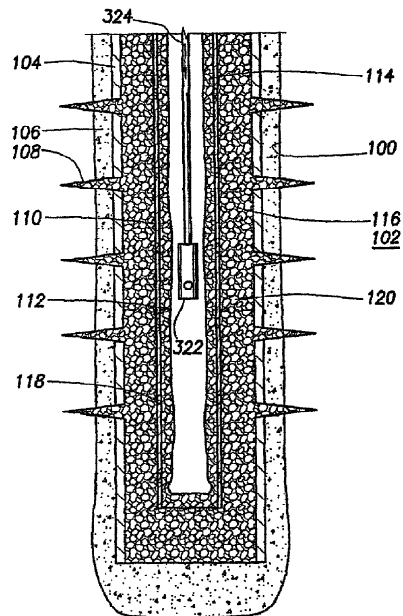
(54) СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СРЕД И СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ПЕСОЧНОГО СЕТЧАТОГО ФИЛЬТРА И ГРАВИЙНОЙ НАБИВКИ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к способам обработки подземной среды, в частности к восстановительно-ремонтной обработке подземной среды с использованием импульсного давления и уплотняющих агентов. Способы восстановления подземной среды включают введение очищающей жидкости через буровую скважину в область

подземной формации, применение импульсного давления к очищающей жидкости и введение уплотняющего агента через буровую скважину в область подземной формации. Способы очистки регулирующих песок сетчатых фильтров включают введение очищающей жидкости через сетчатый фильтр в область подземной формации, причем регулирующий песок сетчатый фильтр расположен в буровой

скважине, применение импульсного давления к очищающей жидкости и введение уплотняющего агента через сетчатый фильтр в область подземной формации. Уплотняющий агент содержит, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из неводного и водного придающих клейкость агентов, смолы, гелеобразующей композиции и их комбинаций. Техническим результатом является предотвращение разрушения формации. 3 н. и 21 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг.3

RU 2 4 4 8 2 3 9 C 2

RU 2 4 4 8 2 3 9 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21B 37/08 (2006.01)
E21B 43/04 (2006.01)
E21B 43/08 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2008136869/03, 23.01.2007**

(24) Effective date for property rights:
23.01.2007

Priority:

(30) Priority:
15.02.2006 US 11/354,651

(43) Application published: **20.03.2010 Bull. 8**

(45) Date of publication: **20.04.2012 Bull. 11**

(85) Commencement of national phase: **15.09.2008**

(86) PCT application:
GB 2007/000221 (23.01.2007)

(87) PCT publication:
WO 2007/093761 (23.08.2007)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. S.A.Dorofeevu, reg.№ 146**

(72) Inventor(s):

**NGUJEN Filip D'juk (US),
RIKMAN Richard D. (US)**

(73) Proprietor(s):

**KhEhLLIBERTON EhNERDZhi SERVISIZ,
INK. (US)**

(54) **UNDERGROUND MEDIA RECOVERY METHOD AND METHODS FOR CLEANING OF SAND MESH FILTER AND GRAVEL PACKING**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: underground medium recovery methods involve introduction of cleaning fluid through bore well to underground formation area; application of pulse pressure to cleaning fluid, and introduction of sealing agent through bore well to underground formation area. Cleaning methods of sand regulating mesh filters involve introduction of cleaning fluid through mesh filter to underground

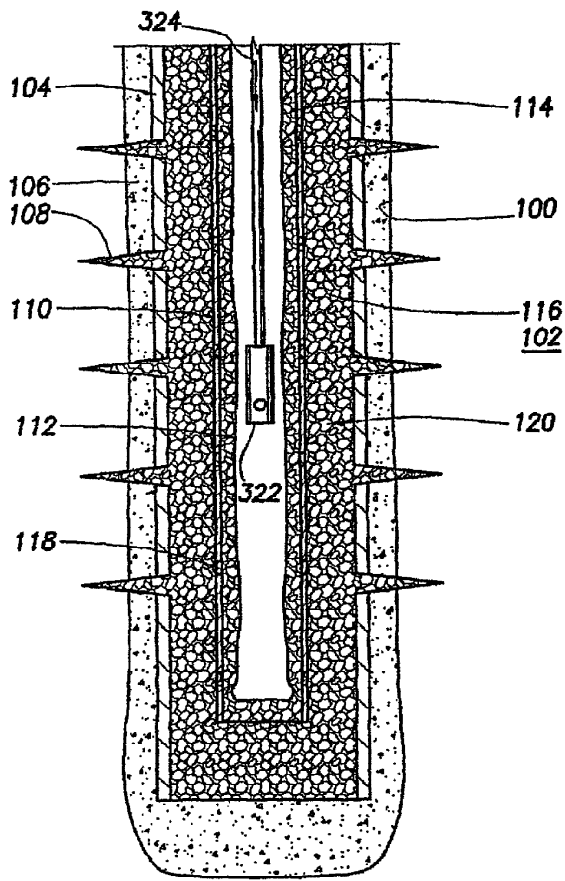
formation area; at that, sand regulating mesh filter is located in bore well; application of pulse pressure to cleaning fluid and introduction of sealing agent through mesh to underground formation area. Sealing agent includes at least one element chosen from the group consisting of non-aqueous and aqueous agents providing adhesiveness, resin, gel-forming composition and their combinations.

EFFECT: preventing formation destruction.

24 cl, 6 dwg

RU 2 448 239 C2

RU 2 448 239 C2



Фиг.3

RU 2448239 C2

RU 2448239 C2

Предшествующий уровень техники

Настоящее изобретение относится к способам обработки подземной среды. В частности, настоящее изобретение относится к восстановительно-ремонтной обработке подземной среды с использованием импульсного давления и уплотняющих агентов.

Операции гравийной набивки в основном выполняются в подземных формациях для контроля частиц, которые не уплотняются. Типичная операция гравийной набивки включает размещение фильтрующего слоя, содержащего частицы гравия вблизи скважины в интересующей зоне. Фильтрующий слой действует как сортирующий физический барьер по отношению к неуплотняющимся частицам, перемещающимся к скважине и производимым совместно с получаемыми жидкостями. Один простой тип операции гравийной набивки включает помещение сетчатого фильтра в скважину и уплотнение кольцевого пространства между сетчатым фильтром и скважиной, спроектированной по специально подобранным размерам, частицами гравия для предотвращения прохождения песка. Песочным сетчатым фильтром обычно является фильтрующее устройство, используемое для удержания гравия, помещаемого во время проведения операции набивки. Кроме того, использование песочных сетчатых фильтров и операций гравийной набивки может включать использование широкого спектра разнообразного регулирующего песка оборудования, включая хвостовики (например, щелевые хвостовики, перфорированные хвостовики и т.д.), сочетания футеровок и сетчатых фильтров и другое подходящее устройство. Используются конфигурации с широким диапазоном в размерах и сетчатые фильтры, имеющиеся в распоряжении и подходящие по характеристикам частиц гравия. Аналогично, частицы гравия с широким диапазоном в размерах могут подойти по характеристикам для неуплотняющихся частиц. Полученная в результате структура используется в качестве барьера для перемещающегося песка из подземной формации до обеспечения протекания жидкости.

После операции гравийной набивки возникает проблема перемещения мелких частиц, которые забивают гравийную набивку и песочный сетчатый фильтр, что препятствует протеканию жидкости и приводит к образованию перепадов уровней. Используемый термин "мелкие частицы" означает свободные частицы, такие как мелкозернистые образования, песчаные образования, глинистые частицы, мелкие частицы каменного угля, частицы смолы, раздробленный расклинивающий агент или частицы гравия и тому подобное. Эти перемещающиеся мелкие частицы могут также препятствовать прохождению жидкости в скважину, уплотненную гравием. В частности, на месте мелкие частицы, мобилизованные в процессе производства или введения жидкостей, могут расположиться сами собой в сетчатых фильтрах и гравийных набивках, препятствуя или уменьшая поток проходящей жидкости. Подобные проблемы также могут возникнуть из-за образования отложений на песочных сетчатых фильтрах и гравийных набивках и осадений, например твердообразных солей (например, неорганических солей, таких как сульфаты кальция и бария, карбонат кальция, образование отложений кальция/бария) на песочных сетчатых фильтрах и гравийных набивках.

Стимулирующие средства, такие как подкисление матрицы, разработанные для восстановления скважины, помогают решить эти проблемы. В подкисленной матрице тысячи галлонов кислоты инжeksiруются в скважину для растворения осадений, мелких частиц или образовавшихся отложений на внутренней стороне трубопроводов, дренажных труб в отверстиях сетчатых фильтров, в пористых местах гравийной

упаковки или матрицы проектной поверхности земляной выемки. В большинстве случаев для предотвращения коррозии в трубопроводах используется ингибитор коррозии. Также кислота должна быть удалена из скважины. Скважина неоднократно также должна быть промыта до подачи и после подачи растворов кислоты. Кроме того, сложности при определении правильной химической композиции для этих жидкостей и перекачки их с помощью насосно-трубопроводной системы вниз в скважину, оценка окружающей среды подкисленной матрицы может привести к протеканию нежелательных процессов. Вдобавок обработка матрицы кислотой в большинстве случаев обеспечивает только временное решение этих проблем. Сетчатые фильтры, предохраняющие футеровки и гравийные упаковки, могут также быть промыты раствором рассола для удаления твердых частиц. Несмотря на то что обработка рассолом является недорогой с экономической точки зрения и относительно простой по выполнению для завершения этапа обработки, эта обработка предлагается как временный вариант и обеспечивает отсрочку засорения мелкими частицами. Более того, частое промывание может разрушить подземную формацию и в дальнейшем уменьшить производство.

Применение импульсного давления является другим способом, который использовался для решения этой проблемы. Словосочетание "импульсное давление", используемое в данном описании, имеет отношение к применению периодических увеличений или "импульсов" в давлении вводимой в проектную поверхность земляной выемки жидкости, причем таким образом, чтобы осторожно варьировать давление жидкости, прилагаемое к подземной формации. Обнаружено, что импульсное давление является эффективным при очистке потока текущей жидкости и скважин. Приложение импульсного давления к жидкости может быть осуществлено на поверхности или в буровой скважине. Пульсация может иметь место при использовании любой подходящей методики, включающей возрастание или понижение уровня расположения взаимосвязанной системы локализованных внутри буровой скважины труб или за счет применяемых устройств, таких как жидкостные осцилляторы, работа которых основывается на эффектах осциллирования жидкости для создания импульсного давления. В некоторых вариантах осуществления, импульсное давление может быть создано за счет жидкости, протекающей через импульсное устройство, такое как жидкостной осциллятор. Например, жидкость может протекать через подходящее импульсное устройство, которое присоединено к концу гибких труб таким образом, чтобы создать желаемое импульсное давление в жидкости. В большинстве случаев жидкость может подаваться в импульсное устройство при постоянной скорости и давлении, причем таким образом, чтобы импульсное давление прилагалось к жидкости при ее протекании через импульсное устройство.

Сущность изобретения

Согласно изобретению создан способ восстановления подземных сред, содержащий следующие этапы:

- введение очищающей жидкости через ствол скважины в область подземной формации, через которую проходит ствол скважины;
- приложение импульсного давления к очищающей жидкости;
- введение через ствол скважины в область подземной формации уплотняющего агента, содержащего, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из неводного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полиамида, продукта реакции конденсации поликислоты и полиамида,

полиэфира, поликарбоната, поликарбамата, природной смолы и их комбинаций, водного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полимеров акриловой кислоты, полимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров акриловой кислоты, гомополимеров акриловой кислоты, 5 гомополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, сополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров метакриловой кислоты, гомополимеров метакриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров метакриловой кислоты, акриламида-метил-пропан сульфонатных полимеров, акриламида-метил-пропан 10 сульфонатных производных полимеров, акриламида-метил-пропан сульфонатных сополимеров и акриловой кислоты/акриламида-метил-пропан сульфонатных сополимеров и их комбинаций, смолы, выбранной из группы, состоящей из двухкомпонентной смолы на эпоксидной основе, новолачной смолы, полиэпоксидной смолы, фенол-альдегидной смолы, мочевино-альдегидной смолы, уретановой смолы, 15 фенольной смолы, фурановой смолы, фуран/фурфуроловой спиртовой смолы, фенольной/латексной смолы, фенол формальдегидной смолы, полиэфирной смолы, гибрида полиэфирной смолы, сополимеров полиэфирной смолы, полиуретановой смолы, гибридов полиуретановой смолы, сополимеров полиуретановой смолы, 20 акрилатной смолы и комбинаций указанных смол, и гелеобразующей композиции, выбранной из группы, состоящей из гелеобразующей композиции смолы, водной силикатной гелеобразующей композиции, водной композиции сшиваемого полимера и полимеризуемой органической мономерной композиции и комбинаций неводного и водного придающих клейкость агентов, смолы и гелеобразующей композиции.

25 Очищающая жидкость может перемещать из ствола скважины множество мелких частиц, находящихся на путях прохождения потока жидкости в области подземной формации.

30 Очищающая жидкость может растворять образующиеся отложения и/или мелкие частицы в области подземной формации.

Область подземной формации может содержать, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из расклинивающего агента, гравийной набивки, хвостовика, песочного сетчатого фильтра и их комбинаций.

35 Импульсное давление может перемещать множество мелких частиц с путей прохождения потока жидкости в области подземной формации.

Импульсное давление может прилагаться с частотой в диапазоне от примерно 0,001 Гц до примерно 1 Гц.

40 Импульсное давление, приложенное к жидкости, может создавать импульсное давление в области подземной формации в пределе от около 10 фунтов на квадратный дюйм до около 3000 фунтов на квадратный дюйм.

Способ может дополнительно содержать протекание очищающей жидкости через импульсное устройство для создания импульсного давления.

45 Способ может дополнительно содержать протекание очищающей жидкости через жидкостной осциллятор для создания импульсного давления.

Способ может дополнительно содержать приложение импульсного давления к уплотняющему агенту.

Уплотняющий агент может дополнительно содержать растворитель.

50 Уплотняющий агент может содержать неводный придающий клейкость агент и дополнительно содержать растворитель.

Уплотняющий агент может содержать неводный придающий клейкость агент и дополнительно содержать растворитель и многофункциональный материал.

Уплотняющий агент может содержать водный придающий клейкость агент и дополнительно содержать растворитель.

Уплотняющий агент может содержать водный придающий клейкость агент, включающий полиакрилатный сложный эфиру и дополнительно содержать
5 растворитель.

Уплотняющий агент может содержать водный придающий клейкость агент и дополнительно содержать растворитель и активатор.

Уплотняющий агент может содержать смолу и дополнительно содержать
10 растворитель.

Уплотняющий агент может содержать гелеобразующую композицию.

Способ может дополнительно содержать, по меньшей мере, один этап, выбранный из закрытия ствола скважины на период времени после введения уплотняющего агента, введения жидкости после промывания в область подземной формации после
15 введения уплотняющего агента, разрыва области подземной формации после введения уплотняющего агента и их комбинаций.

Согласно изобретению создан способ очистки песочного сетчатого фильтра, содержащий следующие этапы:

20 введение очищающей жидкости в область подземной формации через песочный сетчатый фильтр, расположенный в стволе скважины, проходящем через подземную формацию;

приложение импульсного давления к очищающей жидкости;

25 введение через песочный сетчатый фильтр в область подземной формации уплотняющего агента, содержащего, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из неводного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полиамида, продукта реакции конденсации поликислоты и полиамида, полиэфира, поликарбоната, поликарбамата, природной смолы и их
30 комбинаций, водного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полимеров акриловой кислоты, полимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров акриловой кислоты, гомополимеров акриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, сополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров метакриловой кислоты,
35 гомополимеров метакриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров метакриловой кислоты, акриламидо-метил-пропан сульфонатных полимеров, акриламидо-метил-пропан сульфонатных производных полимеров, акриламидо-метил-пропан сульфонатных сополимеров и акриловой кислоты/акриламидо-метил-пропан
40 сульфонатных сополимеров и их комбинаций, смолы, выбранной из группы, состоящей из двухкомпонентной смолы на эпоксидной основе, новолачной смолы, полиэпоксидной смолы, фенол-альдегидной смолы, мочевино-альдегидной смолы, уретановой смолы, фенольной смолы, фурановой смолы, фуран/фурфуроловой спиртовой смолы, фенольной/латексной смолы, фенол формальдегидной смолы,
45 полиэфирной смолы, гибрида полиэфирной смолы, сополимеров полиэфирной смолы, полиуретановой смолы, гибридов полиуретановой смолы, сополимеров полиуретановой смолы, акрилатной смолы и комбинаций указанных смол, и гелеобразующей композиции, выбранной из группы, состоящей из гелеобразующей
50 композиции смолы, водной силикатной гелеобразующей композиции, водной композиции сшиваемого полимера и полимеризуемой органической мономерной композиции и комбинаций неводного и водного придающих клейкость агентов, смолы и гелеобразующей композиции.

Песочным сетчатым фильтром может быть сетчатый фильтр с проволочной обмоткой, набивной сетчатый фильтр или расширяемый сетчатый фильтр.

Очищающая жидкость может вводиться в подземную формацию через гравийную набивку, расположенную в кольцевом пространстве между сетчатым фильтром и областью подземной формации.

Способ может дополнительно содержать протекание очищающей жидкости через жидкостной осциллятор для создания импульсного давления.

Согласно изобретению создан способ очистки песочного сетчатого фильтра и гравийной набивки, содержащий следующие этапы:

размещение жидкостного осциллятора в стволе скважины вблизи песочного сетчатого фильтра, расположенного в стволе скважины;

введение очищающей жидкости через жидкостной осциллятор, сетчатый фильтр и гравийную набивку в область подземной формации, через которую проходит ствол скважины, при этом гравийная набивка расположена в кольцевом пространстве между сетчатым фильтром и областью подземной формации, и импульсное давление создается в очищающей жидкости посредством введения очищающей жидкости через жидкостной осциллятор;

введение через сетчатый фильтр и гравийную набивку в область подземной формации уплотняющего агента, содержащего, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из неводного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полиамида, продукта реакции конденсации поликислоты и полиамида, полиэфира, поликарбоната, поликарбамата, природной смолы и их комбинаций, водного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полимеров акриловой кислоты, полимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров акриловой кислоты, гомополимеров акриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, сополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров метакриловой кислоты, гомополимеров метакриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров метакриловой кислоты, акриламидо-метил-пропан сульфонатных полимеров, акриламидо-метил-пропан сульфонатных производных полимеров, акриламидо-метил-пропан сульфонатных сополимеров и акриловой кислоты/акриламидо-метил-пропан сульфонатных сополимеров и их комбинаций, смолы, выбранной из группы, состоящей из двухкомпонентной смолы на эпоксидной основе, новолачной смолы, полиэпоксидной смолы, фенол-альдегидной смолы, мочевино-альдегидной смолы, уретановой смолы, фенольной смолы, фурановой смолы, фуран/фурфуроловой спиртовой смолы, фенольной/латексной смолы, фенол формальдегидной смолы, полиэфирной смолы, гибрида полиэфирной смолы, сополимеров полиэфирной смолы, полиуретановой смолы, гибридов полиуретановой смолы, сополимеров полиуретановой смолы, акрилатной смолы и комбинаций указанных смол, и гелеобразующей композиции, выбранной из группы, состоящей из гелеобразующей композиции смолы, водной силикатной гелеобразующей композиции, водной композиции сшиваемого полимера и полимеризуемой органической мономерной композиции и комбинаций неводного и водного придающих клейкость агентов, смолы и гелеобразующей композиции.

Краткое описание чертежей

Чертежи иллюстрируют определенные аспекты некоторых вариантов осуществления представленного изобретения и не могут быть использованы для ограничения или характеристики этого изобретения.

Фиг.1 иллюстрирует в поперечном сечении вид сбоку внутренней поверхности ствола скважины, подлежащей обработке в соответствии с первым вариантом осуществления изобретения.

Фиг.2 иллюстрирует в поперечном сечении вид сверху по линии 3-3 фиг.1.

Фиг.3 иллюстрирует в поперечном сечении вид сбоку внутренней поверхности ствола скважины фиг.1, обработанной в соответствии с первым вариантом осуществления изобретения.

Фиг.4 иллюстрирует в поперечном сечении вид сбоку скважины с необсаженным стволом, подлежащей обработке в соответствии с первым вариантом осуществления изобретения.

Фиг.5 иллюстрирует в поперечном сечении вид сверху по линии 5-5 фиг.4.

Фиг.6 иллюстрирует в поперечном сечении вид сбоку скважины с необсаженным стволом фиг.4, обработанной в соответствии с первым вариантом осуществления изобретения.

Описание предпочтительного варианта осуществления

Настоящее изобретение относится к способам обработки подземных сред. В частности, настоящее изобретение относится к восстановительно-ремонтной обработке подземной среды с использованием импульсного давления и уплотняющих агентов. Несмотря на то что способы представленного изобретения могут быть пригодными в различных восстановительно-ремонтных обработках, они могут быть наиболее полезными для очистки регулирующего песок оборудования (например, футеровок, сетчатых фильтров и тому подобное) и/или гравийных упаковок.

1. Примеры способов настоящего изобретения

Настоящее изобретение обеспечивает способы восстановления подземных сред. Пример такого способа включает введение очищающей жидкости через ствол скважины в область подземной формации, через которую проходит ствол скважины, приложение импульсного давления к очищающей жидкости и введение уплотняющего агента через ствол скважины в область подземной формации. Способы настоящего изобретения подходят для использования в производстве и для заполнения скважин под давлением.

Согласно способам настоящего изобретения очищающая жидкость может быть введена сквозь ствол скважины в область подземной формации, через которую проходит ствол скважины. В некоторых вариантах осуществления, используемые песочный сетчатый фильтр, футеровка, гравийная набивка или их сочетание могут быть расположены между стволом скважины и областью подземной формации. Подходящие песочные сетчатые фильтры включают, но не ограничиваются только этими устройствами, сетчатые фильтры с проволоочной обмоткой, набивные сетчатые фильтры, расширяемые сетчатые фильтры и любое другое подходящее устройство. В зависимости от состава очищающей жидкости, очищающая жидкость может растворять образующиеся отложения, осаждения или маленькие частицы, которые могут присутствовать. В некоторых вариантах осуществления, образующиеся отложения и осаждения могут присутствовать в подземной формации и/или на каких-либо песочных сетчатых фильтрах, футеровках и/или гравийных набивках. В некоторых вариантах осуществления мелкие частицы могут располагаться на путях потоков жидкостей в подземной формации и в каких-либо песочных сетчатых фильтрах, футеровках и/или в гравийных набивках. Эти мелкие частицы, расположенные на путях потоков жидкости, могут препятствовать прохождению по этим путям потоков жидкостей. Примеры подходящих очищающих жидкостей будут

рассмотрены более подробно в деталях ниже.

Способы настоящего изобретения дополнительно включают приложение импульсного давления к очищающей жидкости. Например, очищающая жидкость может быть введена в область подземной формации через импульсное устройство.

Среди других фактов, импульсное давление должно вытеснять, по меньшей мере, часть мелких частиц, расположенных на путях потока жидкости, которые препятствуют протеканию жидкости через подземную формацию, а также, по меньшей мере, часть мелких частиц, локализованных на путях потока жидкости и в каких-либо песочных сетчатых фильтрах, футеровках и/или гравийных набивках. Очищающая жидкость может также перемещать эти препятствующие мелкие частицы из ствола скважины. Приложение импульсного давления к очищающей жидкости будет рассмотрено более подробно ниже.

Способы настоящего изобретения дополнительно включают введение уплотняющего агента через ствол скважины в область подземной формации. В большинстве случаев, уплотняющий агент может быть введен после введения очищающей жидкости через ствол скважины в область подземной формации. Используемый термин "уплотняющий агент" относится к композиции, которая усиливает контакт частица к частице или частица к образованию между частицами (например, между частицами расклинивающего агента, частицами гравия, мелкозернистыми образованиями, мелкими частицами каменного угля и т.д.) в пределах подземной формации, причем таким образом, что частицы стабилизируются, локализируются на месте или, по меньшей мере, частично иммобилизуются таким образом, что они становятся устойчивыми по отношению к потокам жидкостей. Будучи помещенным в подземную формацию, уплотняющий агент должен замедлять перемещение мелких частиц последовательно вводимыми жидкостями. Уплотняющий агент может также перемещать эти мелкие частицы из ствола скважины. В некоторых вариантах осуществления, импульсное давление может быть приложено к уплотняющему агенту. Например, уплотняющий агент может быть введен в область подземной формации через импульсное устройство. Примеры подходящих уплотняющих агентов будут рассмотрены более подробно ниже.

Согласно способам настоящего изобретения после того как поместили уплотняющий агент, подземная формация необязательно, но может быть закрыта на некоторый период времени. Закрытие ствола скважины на некоторый период времени может усилить нанесение уплотняющего агента на мелкие частицы и минимизировать смывание уплотняющего агента во время проведения последующих подземных операций. Необходимость закрытия скважины на некоторый период времени зависит, среди других факторов, от состава используемого уплотняющего агента и температуры подземной формации. В большинстве случаев, выбираемый период времени будет находиться между 0,5 часами и 72 часами или дольше. Определение правильного периода времени, на которое закрывают подземную формацию, находится в ведении одного из квалифицированных специалистов, который является автором данного изобретения, и не раскрывается здесь.

В некоторых вариантах осуществления введение уплотняющего агента в область подземной формации может привести к уменьшению проницаемости этой части. Уменьшение проницаемости из-за введенного уплотняющего агента основывается на различных факторах, включая и особенности используемого уплотняющего агента, вязкость уплотняющего агента, объем уплотняющего агента, объем жидкости после проведения операции промывания и возможности перекачивания насосно-

трубопроводной системой в подземной формации. В некоторых вариантах осуществления, разрыв в области подземной формации может быть предназначен для обновления соединения буровой скважины с областями подземной формации (например, с резервуаром подземной формации), снаружи обработанной

5 уплотняющим агентом областью подземной формации. В других вариантах осуществления, например, в том случае если не используется разрыв, жидкость после промывания может быть использована для восстановления проницаемости области подземной формации. При использовании жидкость после промывания

10 предпочтительно помещают в подземную формацию до тех пор, пока уплотняющий агент все еще находится в текучем состоянии. Среди других фактов жидкость после промывания помогает вытеснить, по меньшей мере, часть уплотняющего агента из протекающих потоков в подземную формацию и принудительно вытеснить часть

15 уплотняющего агента далее в подземную формацию, где он может получить незначительный импульс на последующую добычу углеводорода. В большинстве случаев жидкостью после промывания может быть любая жидкость, которая не вступает в конкурирующие нежелательные реакции с другими компонентами, используемыми в соответствии с настоящим изобретением или с подземной

20 формацией. Например, жидкостью после промывания может быть рассол на водной основе, жидкий углеводород (такой как керосин, дизель или сырое масло) или газ (такой как азот или диоксид углерода). В большинстве случаев существенное количество уплотняющего агента, однако, оттуда не может быть вытеснено. Например, достаточные количества уплотняющего агента должны оставаться в

25 обрабатываемой области для обеспечения эффективной стабилизации областей, которые не уплотняются в подземной формации.

На фиг.1 и 2 показан ствол 100 скважины, проходящей в подземную формацию 102. Фиг.2 изображает поперечное сечение ствола 100 скважины вдоль линии 3-3 фиг.1.

30 Фиг.1 изображает ствол 100 скважины в вертикальном положении, однако способы настоящего изобретения подходят для использования и в большинстве случаев горизонтального, в большинстве случаев вертикального или иного способа формирования областей скважин. Обсадная труба 104 может быть расположена в стволе 100 скважины, как показано на фиг.1 и 2, или, в некоторых вариантах

35 осуществления, ствол 100 скважины может быть не обсаженным. В некоторых вариантах осуществления, обсадная труба 104 может проходить от поверхности земли (не показано) в ствол 100 скважины. В некоторых вариантах осуществления, обсадная труба 104 может быть соединена с поверхностью земли (не показано) за счет

40 расположения между облицовкой (не показано), как, например, поверхность обсадной трубы и/или система трубопроводов. Обсадная труба 104 может быть или не быть зацементированной по отношению к подземной формации цементной оболочкой 106. Ствол 100 скважины содержит перфорации 108, сообщенные с подземной

45 формацией 102. Перфорации 108 проходят от ствола 100 скважины 100 в область подземной формации 102. В случаях вариантов осуществления, как показано на фиг.1 и 2, перфорации 108 проходят от ствола 100 скважины через обсадную трубу 104 и цементную оболочку 106 в подземную формацию 102.

Хвостовик 110 с щелями включает внутренний регулирующий песок сетчатый

50 фильтр 112, расположенный в стволе 100 скважины. Кольцевое пространство 114 образовано между хвостовиком 110 и сетчатым фильтром 112. Кольцевое пространство 116 образовано между хвостовиком 110 и обсадной трубой 104. Несмотря на то что на фиг.1 и 2 изображен хвостовик, имеющий внутренний сетчатый

фильтр, способы представленного изобретения могут быть использованы с подходящим варьированием регулирующего песок оборудования, включая сетчатые фильтры, хвостовики (например, щелевые хвостовики, перфорированные футеровки и т.д.), сочетания сетчатых фильтров и футеровок и каких-либо других подходящих устройств. Хвостовик 110 содержит щели 118, которые могут быть кругообразными, удлинёнными, прямоугольными или какой-либо другой подходящей формы. В некоторых вариантах осуществления, мелкие частицы (не показано) могут препятствовать протеканию жидкостей через щели 118 в хвостовике 110 и/или через регулирующий песок сетчатый фильтр 112. В некоторых вариантах осуществления, образующиеся отложение (не показано) или осаждение (не показано) могут быть на хвостовике 110 и/или сетчатом фильтре 112. Там где присутствуют мелкие частицы, образующиеся отложение и/или осаждение, они могут препятствовать протеканию жидкостей через щели 118 в хвостовике 110 и/или через сетчатый фильтр 112.

Гравийная набивка 120 расположена в стволе 110 скважины и содержит частицы гравия, помещённые в подземную формацию 102, кольцевое пространство 114 между хвостовиком 110 и сетчатым фильтром 112 и кольцевое пространство 116 между хвостовиком 110 и обсадной трубой 104. В некоторых вариантах осуществления, мелкие частицы (не показано) могут быть расположены в пределах промежуточного пространства частиц гравия, образующего гравийную набивку 120. В некоторых вариантах осуществления, образующиеся отложение (не показано) или осаждение (не показано) могут быть на гравийной набивке 120. Там где присутствуют мелкие частицы, образующиеся отложение и/или осаждение, они могут препятствовать протеканию жидкостей через гравийную набивку 120 за счет закупоривания путей, по которым может протекать жидкость в гравийной набивке 120.

В соответствии с первым вариантом осуществления представленного изобретения очищающая жидкость может быть введена через сетчатый фильтр 112, щели 118 в хвостовике 110 и гравийную набивку 120 в подземную формацию 102. Импульсное давление может быть приложено к очищающей жидкости при ее введении. В зависимости от состава очищающей жидкости, очищающая жидкость может растворять образующиеся отложения, осаждения или мелкие частицы. Среди других факторов, импульсное давление может вытеснять мелкие частицы, которые препятствуют протеканию жидкостей через подземную формацию 102, сетчатый фильтр 112, щели 118 в хвостовике 110 и/или гравийную набивку 120. Очищающая жидкость может увлекать за собой эти вытесненные мелкие частицы из ствола 100 скважины. Последующим этапом за введением очищающей жидкости может быть введение уплотняющего агента через сетчатый фильтр 112, щели 118 и гравийную набивку 120 в подземную формацию 102. Часть уплотняющего агента может остаться в гравийной набивке 120. Уплотняющий агент должен ингибировать вытеснение мелких частиц, которые перемещаются из ствола скважины, мигрируя с какими-либо последовательно производимыми жидкостями.

На фиг.3 показан ствол 100 скважины, обработанной в соответствии с первым вариантом осуществления изобретения. Импульсное устройство 322 может быть размещено в стволе 100 скважины на трубе 324. Труба 324 может включать гибкий трубопровод, соединительный трубопровод или какое-либо другое устройство, подходящее для размещения импульсного устройства 322 в стволе 100 скважины. Импульсное устройство 322 может быть размещено в стволе 100 скважины вблизи подземной формации 102, которая должна быть обработана. Очищающая жидкость может протекать по трубе 324, через импульсное устройство 322, сетчатый фильтр 112,

щели 118 и гравийную набивку 120 в подземную формацию 102. Импульсное давление прикладывается к очищающей жидкости, протекающей через импульсное устройство 322. Последующим этапом за введением очищающей жидкости в подземную формацию 102 может быть введение уплотняющего агента через сетчатый
5 фильтр 112, щели 118 и гравийную набивку 120 в подземную формацию 102. В некоторых вариантах осуществления, импульсное давление может быть приложено к уплотняющему агенту, протекающему через трубу 324 и импульсное устройство 322.

Фиг.4 и 5 иллюстрируют открытую ствол 400 скважины. Фиг.5 изображает
10 поперечное сечение ствола 400 скважины по линии 5-5 фиг.4. Ствол 400 скважины проходит через подземную формацию 402. Способы настоящего изобретения могли бы быть подходящими для использования в большинстве случаев горизонтального и в большинстве случаев вертикального или иного способа формирования областей
15 скважин. Песочный сетчатый фильтр 404 расположен в стволе 400 скважины. Способы настоящего изобретения могут быть использованы с любым подходящим регулирующим песком оборудованием, включая сетчатые фильтры, футеровки (например, щелевые хвостовики, перфорированные хвостовики и т.д.), сочетания сетчатых фильтров и хвостовиков и какого-либо другого подходящего устройства.
20 Сетчатый фильтр 404 может быть сетчатым фильтром с проволоочной обмоткой, набивным сетчатым фильтром, расширяемым сетчатым фильтром и любым другим подходящим сетчатым фильтром. Кольцевое пространство 406 образовано между сетчатым фильтром 404 и внутренней стенкой ствола 400 скважины. В некоторых вариантах осуществления мелкие частицы (не показано) могут препятствовать
25 протеканию жидкостей через сетчатый фильтр 404. В некоторых вариантах осуществления, образующиеся отложение (не показано) или осаждение (не показано) могут располагаться на сетчатом фильтре 404. Там где присутствуют мелкие частицы, образующиеся отложение и/или осаждение, они могут препятствовать протеканию
30 жидкостей через сетчатый фильтр 404.

Гравийная набивка 408 расположена в стволе 400 скважины и содержит частицы гравия, помещенные в кольцевом пространстве 406 между сетчатым фильтром 404 и внутренней стенкой ствола 400 скважины. В некоторых вариантах осуществления, мелкие частицы (не показано) могут быть расположены в промежуточном
35 пространстве частиц гравия, образующего гравийную набивку 408. В некоторых вариантах осуществления образующиеся отложение (не показано) или осаждение (не показано) могут быть расположены на гравийной набивке 408. Там где присутствуют мелкие частицы, образующиеся отложение и/или осаждение, они могут препятствовать
40 протеканию жидкостей через гравийную набивку 408 за счет закупоривания путей, по которым может протекать жидкость в гравийной набивке 408.

В соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения очищающая жидкость может быть введена через сетчатый фильтр 404 и гравийную набивку 408 в подземную формацию 402. Импульсное давление может быть
45 приложено к очищающей жидкости при ее введении. В зависимости от состава очищающей жидкости, очищающая жидкость может растворять образующиеся отложения, осаждения или маленькие частицы, которые могут присутствовать. Среди других факторов, импульсное давление может перемещать мелкие частицы, которые
50 препятствуют протеканию жидкостей через подземную формацию 402, сетчатый фильтр 404 и гравийную набивку 408. Очищающая жидкость может увлекать за собой эти вытесненные мелкие частицы из ствола 400 скважины. Последующим этапом за введением очищающей жидкости может быть введение уплотняющего агента через

сетчатый фильтр 404 и гравийную набивку 408 в подземную формацию 402. Тонкое нанесенное покрытие уплотняющего агента может остаться на частицах гравия гравийной набивки 408. Уплотняющий агент должен усиливать вытеснение мелких частиц, которые перемещаются из ствола 100 скважины, мигрируя с какими-либо последовательно производимыми жидкостями.

На фиг.6 показана ствол 400 скважины, обработанной в соответствии с первым вариантом осуществления представленного изобретения. Импульсное устройство 610 может быть размещено в стволе 400 скважины 400 на трубе 612. Труба 612 может включать гибкий трубопровод, соединительный трубопровод или какое-либо другое устройство, подходящее для помещения импульсного устройства 610 в ствол 400 скважины. Импульсное устройство 610 может быть размещено в стволе 400 скважины вблизи сетчатого фильтра 404. Очищающая жидкость может протекать через трубу 612, импульсное устройство 610, сетчатый фильтр 404 и гравийную набивку 408 в подземную формацию 402. Импульсное давление прилагается к очищающей жидкости, протекающей через импульсное устройство 610. Последующим этапом за введением очищающей жидкости в подземную формацию 402 может быть введение уплотняющего агента через сетчатый фильтр 404 и гравийную набивку 408 в подземную формацию 402. В некоторых вариантах осуществления импульсное давление может быть приложено к уплотняющему агенту, протекающему через трубу 612 и импульсное устройство 610.

2. Импульсное давление

Любое подходящее устройство и/или способ приложения импульсного давления к очищающей жидкости могут быть использованы в настоящем изобретении. В некоторых вариантах осуществления импульсное давление также может быть приложено к уплотняющему агенту. В большинстве случаев импульсное давление должно быть достаточным для обеспечения требуемого перемещения мелких частиц без разрывов в области подземной формации.

Импульсное давление в большинстве случаев вызывает образование под давлением волны (или колебательную волну) в жидкости (например, очищающей жидкости или уплотняющего агента), которая вводится в подземную формацию. Импульсное давление может быть приложено к жидкости у поверхности или в стволе скважины. В некоторых вариантах осуществления частота импульсов давления, приложенных к жидкости, может быть в пределах от примерно 0,001 Гц до примерно 1 Гц. В некоторых вариантах осуществления импульсное давление, приложенное к жидкости, может создавать импульсное давление в области подземной формации в пределах от примерно 10 фунтов на квадратный дюйм до примерно 3000 фунтов на квадратный дюйм.

В дополнение к создаваемым давлением волнам, которые способствуют вытеснению маленьких частиц, импульсное давление также воздействует таким образом, что происходит расширение пор подземной формации, обеспечение дополнительной энергией, которая может помочь преодолеть эффекты поверхностного натяжения и капиллярного давления в пределах подземной формации. Как только созданная давлением волна проходит через подземную формацию и возвращается обратно, она приводит к расширению пор в подземной формации. Путем преодоления таких эффектов жидкость может проникать более глубоко и равномерно в подземную формацию. Импульсное давление должно быть достаточным для воздействия в некоторой степени на расширение пор в подземной формации, причем оно должно быть меньше, чем давление, приводящее к разрыву

подземной формации. В большинстве случаев использование высокой частоты и низкой амплитуды импульсов давления фокусирует энергию первоначально вблизи области скважины, до тех пор, пока низкая частота и высокая амплитуда импульсов давления могут быть использованы для достижения более глубокого проникновения.

В некоторых вариантах осуществления импульсное давление может быть создано за счет протекающей жидкости через импульсное устройство, такое как жидкостной осциллятор. Например, жидкостной осциллятор может быть размещен в стволе скважины на системе трубопроводов (например, гибких трубопроводов) или соединительной трубе. Как только жидкостной осциллятор размещают в требуемое месторасположение в стволе скважины, жидкость может быть подана через жидкостной осциллятор для создания желаемого импульсного давления в жидкости. В большинстве случаев, жидкость может быть пропущена через жидкостной осциллятор при постоянной скорости и/или давлении и импульсном давлении, прилагаемом к жидкости. Примеры подходящих жидкостных осцилляторов приведены в патентах США №№5135051, 5165438 и 5893383, включенных в данное описание путем ссылки, и в опубликованной заявке на патент США №2004/0256099, также включенной в раннее описание путем ссылки.

3. Пример очищающих жидкостей

Очищающая жидкость вводится через ствол скважины в подземную формацию. Импульсное давление также прилагается к очищающей жидкости. В некоторых вариантах осуществления, очищающая жидкость содержит водную жидкость. В некоторых вариантах осуществления очищающая жидкость может также содержать кислоту, замедлитель образования отложений, ингибитор коррозии или сочетание этих компонентов.

Водные жидкости, которые могут быть использованы в очищающих жидкостях, пригодные для использования в способах настоящего изобретения, включают, но не ограничиваются только этими жидкостями, пресную воду, соленую воду (например, воду, содержащую одну или более растворенных в ней солей), рассол (например, насыщенную соленую воду, произведенную из подземных проектных поверхностей земляных выемок), морскую воду или их сочетания. В большинстве случаев, водная жидкость может быть из любого источника, при условии, что она не содержит избыток соединений, которые могут неблагоприятно воздействовать на другие составные части в цементной композиции.

Очищающие жидкости, пригодные для использования в способах настоящего изобретения, кроме того, могут содержать кислоту. Среди других факторов, кислота может растворять образующиеся отложения, осаждения и/или мелкие частицы, которые могут присутствовать в подземной формации. Примеры подходящих кислот включают органические (например, уксусная кислота или муравьиная кислота) и минеральные кислоты (например, хлористоводородная кислота или фтороводородная кислота). Концентрация кислоты, содержащейся в очищающей жидкости, будет варьироваться, основываясь на ряде факторов, включающих особенности используемой кислоты, особенности применения, состоянии ствола скважины и других факторах, которые известны квалифицированному специалисту в данной отрасли техники.

Очищающие жидкости, пригодные для использования в способах настоящего изобретения, также могут содержать замедлитель образования отложений. Замедлитель образования отложений может быть включен в очищающие жидкости для контроля и/или ингибирования образования отложений в подземной формации.

Примеры подходящих замедлителей образования отложений включают, но не ограничиваются только этими веществами, фосфонаты (например, диэтилентриамин пента(метилен) фосфиновой кислоты, полифосфино-карбоновые кислоты и полимеры, такие как полиакрилат и поливинилсульфонат), сульфонаты полиакрилатов, фосфометилаты полиаминов и их сочетания.

Ингибиторы коррозии также могут быть включены в очищающие жидкости. Ингибитор коррозии может быть включен в очищающую жидкость, например, когда кислота присутствует в очищающей жидкости.

4. Примеры уплотняющих агентов

Подходящие уплотняющие агенты могут содержать неводные придающие клейкость агенты, водные придающие клейкость агенты, смолы, гелеобразные композиции и их сочетания. Используемый в данном описании термин "клейкий" во всех его отношениях в большинстве случаев означает вещество, имеющее природное происхождение, такое как оно и существует (или может быть активированным), причем отчасти липкое при прикосновении. В некоторых вариантах осуществления, уплотняющий агент может обладать вязкостью в пределах от примерно 1 сантипуаза ("сП") до примерно 100 сП. В некоторых вариантах осуществления, уплотняющий агент может обладать вязкостью в пределах от примерно 1 сП до 50 сП, или в пределах от примерно 1 сП до примерно 10 сП, или пределах от примерно 1 сП до примерно 5 сП. Для данного описания значения вязкости измеряли при комнатной температуре, используя вязкозиметр фирмы Brookfield DV II+ со а #1 стержнем при 100 об/мин. Вязкость уплотняющего агента должна быть достаточной для получения желаемого проникновения в подземную формацию, и уплотняющий агент наносится на вытесненные мелкие частицы, основываясь на ряде факторов, включая и возможности его перекачивания в подземную формацию и на желаемую глубину проникновения.

A. Неводные придающие клейкость агенты

В некоторых вариантах осуществления, уплотняющий агент может содержать неводный придающий клейкость агент. Неводные придающие клейкость агенты, подходящие для использования в уплотняющих агентах настоящего изобретения, содержат какое-либо соединение, которое в жидкой форме или в растворе растворителя будет образовывать незатвердевающее покрытие на частицах. В частности, предпочтительна группа неводных придающих клейкость агентов, включающая полиамиды, которые являются жидкостями или находятся в растворе при температуре подземной формации, такой, при которой они сами собой являются не затвердевающими во время введения в подземную формацию. В особенности предпочтителен продукт, являющийся продуктом реакции конденсации, содержащий в своем составе доступные поликислоты и полиамин. Такие доступные продукты включают соединения, такие как смеси C_{36} двухосновных кислот, содержащих некоторые тримеры и высшие олигомеры, и также небольшие количества мономеров кислот, которые взаимодействуют с полиаминами. Другие поликислоты включают тримеры кислот, синтетические кислоты, полученные из жирных кислот, малеинового ангидрида, акриловой кислоты и тому подобное. Такие соединения кислот являются коммерчески доступными и приобретаются у компаний, таких как Witco Corporation, Union Camp, Chemtall и Emery Industries. Продукты реакции доступны для приобретения, например, в Champion Technologies, Inc. and Witco Corporation. Дополнительные соединения, которые могут быть использованы в качестве агентов, придающих клейкость, включают жидкости и растворы, например, сложных

полиэфиров, поликарбонатов и поликарбаматов, природные полимеры, такие как шеллак и тому подобное. Другие подходящие придающие клейкость агенты описаны в патентах США №№5853048 и 5833000, включенных в данное описание путем ссылки.

5 Неводные придающие клейкость агенты, подходящие для использования в настоящем изобретении, могут быть либо использованы как агенты, которые образуют незатвердевающее покрытие, либо они могут быть объединены с
10 многофункциональным материалом, способным взаимодействовать с придающими клейкость соединениями с образованием затвердевающего покрытия. Термин "затвердевающее покрытие", используемый в данном описании, означает, что взаимодействие соединения, придающего клейкость с многофункциональным
15 материалом, будет приводить к образованию фактически нереакционно-способного продукта реакции, который проявляет наиболее повышенную сжимаемую прочность в уплотняющих агломератах, чем соединения, придающие только клейкость частицам. В
20 данном примере, агент, придающий клейкость, может действовать подобно затвердевающим смолам. Многофункциональные материалы, подходящие для использования в настоящем изобретении, включают, но не ограничиваются только этими веществами, альдегиды, например формальдегид, диальдегиды, такие как
25 глутаровый альдегид, полуацетали или получаемые соединения альдегидов, двухкислотные соли галоидоводородной кислоты, двугалоидные соединения, такие как двуххлористые и двубромистые соединения, ангидриды поликислот, такие как лимонная кислота, эпоксиды, фурфурол, глутаровый альдегид или альдегиды
30 конденсирующиеся и тому подобное, и их сочетания. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, многофункциональный материал может быть смешан с агентом, придающим клейкость, в количестве от примерно 0,01 до
35 примерно 50 процентов от веса агента, придающего клейкость, для эффективного образования продукта реакции. В некоторых предпочтительных вариантах осуществления, соединения присутствуют в количестве от примерно 0,5 до примерно 1
40 процента от веса агента, придающего клейкость. Подходящие многофункциональные материалы описаны в патенте США №5839510, совершенство открытия которого здесь используется в качестве ссылки.

В некоторых вариантах осуществления уплотняющий агент может включать
35 неводный придающий клейкость агент и растворитель. Растворители, подходящие для использования с неводными придающими клейкость агентами, в настоящем изобретении включают любой растворитель, который присутствует совместно с неводным придающим клейкость агентом и достигается желаемый эффект вязкости.
40 Растворители, которые могут быть использованы в представленном изобретении, предпочтительно включают такие растворители, которые имеют высокие температуры кипения (наиболее предпочтительно выше примерно 125°F). Примеры растворителей, подходящих для использования в представленном изобретении,
45 включают, но не ограничиваются только этими растворителями, глициднобутиловый эфир, метиловый эфир дипропиленгликоля, бутиловый низший спирт, диметиловый эфир дипропиленгликоля, метиловый эфир диэтиленгликоля, бутиловый эфир
50 этиленгликоля, метиловый спирт, бутиловый спирт, изопропиловый спирт, бутиловый эфир диэтиленгликоля, пропиленкарбонат, д'лимонен, 2-бутоксиганол, бутиловый эфир уксусной кислоты, фурфурилацетат, бутиллактат, диметилсульфоксид,
55 диметилформамид, метиловые эфиры жирных кислот, и их сочетания. В ведении одного из квалифицированных специалистов, который является автором этой статьи, находится информация о том, который именно из растворителей необходимо добавить

для достижения подходящей вязкости для подземных условий, а также и то, какое количество растворителя добавляется, но здесь эта информация не раскрывается.

Б. Водные придающие клейкость агенты

5 В некоторых вариантах осуществления изобретения, уплотняющий агент может содержать в своем составе водный придающий клейкость агент. Термин "водный
придающий клейкость агент", используемый в этом открытии, обозначает придающий
10 клейкость агент, который растворим в воде. Там, где используется водный
придающий клейкость агент, уплотняющий агент в большинстве случаев, кроме того,
содержит водную жидкость.

Подходящие водные придающие клейкость агенты в представленном изобретении в
большинстве случаев содержат заряженные полимеры, которые, находясь в водном
растворителе или растворе, будут образовывать незатвердевающие покрытия (сами
15 собой или с активатором) и, будучи нанесенными на частицы, будут увеличивать
скорость непрерывного критического повторного образования суспензии частиц во
время контактирования с потоком воды. Водные придающие клейкость агенты
усиливают контакт между индивидуальными частицами в пределах подземной
20 формации (например, между частицами расклинивающего агента, частицами гравия,
частицами подземной формации или другими частицами), и могут помочь осуществить
объединение частиц в липкую, эластичную и проницаемую массу. Некоторые
подходящие водные придающие клейкость агенты описаны ниже, но дополнительные
детали о подходящих материалах могут быть найдены в заявках на патент США
25 №№10/864,061 и 10/864,618, включенных в данное описание путем ссылки.

Примерами водных придающих клейкость агентов, подходящих для использования
в представленном изобретении, являются, но не ограничиваются только этими
30 примерами, полимеры акриловой кислоты, полимеры сложных эфиров акриловой
кислоты, производные полимеры акриловой кислоты, гомополимеры акриловой
кислоты, гомополимеры сложных эфиров акриловой кислоты (такие как поли(метил
акрилат), поли(бутил акрилат) и поли(2-этилгексил акрилат)), сополимеры сложных
эфиров акриловой кислоты, производные полимеры метакриловой кислоты,
35 гомополимеры метакриловой кислоты, гомополимеры сложных эфиров метакриловой
кислоты (такие как поли(метил метакрилат), поли(бутил метакрилат) и поли(2-
этилгексил метакрилат)), акриламидо-метил-пропан сульфонатные полимеры,
акриламидо-метил-пропан сульфонатные производные полимеры, акриламидо-метил-
пропан сульфонатные сополимеры и акриловая кислота/акриламидо-метил-пропан
40 сульфонатные сополимеры, и их сочетания. В особенных вариантах осуществления,
водный придающий клейкость агент содержит в своем составе полиакрилатный
сложный эфир, доступный для приобретения в Halliburton Energy Services, Inc., of Duncan,
Оклахома. В некоторых вариантах осуществления, водный придающий клейкость
агент включается в состав уплотняющего агента в количестве от примерно 0,1% до
45 примерно 40% от веса уплотняющего агента. В некоторых вариантах осуществления,
водный придающий клейкость агент включается в состав уплотняющего агента в
количестве от примерно 2% до примерно 30% от веса уплотняющего агента.

В некоторых вариантах осуществления водный придающий клейкость агент может
быть в существенной степени липким до тех пор, пока находится в активированном
50 состоянии (например, дестабилизированный, скоагулированный и/или вступивший в
реакцию) для того, чтобы преобразовать агент в клейкообразное состояние, в
придающее клейкость соединение при желательных условиях. В некоторых вариантах
осуществлений, уплотняющие агенты в представленном изобретении, кроме того,

содержат активатор для активации (то есть придания клейкости) водного придающего
клейкость агента. Подходящие активаторы включают органические кислоты,
ангидриды органических кислот, которые способны гидролизироваться в воде с
5 образованием органических кислот, неорганические кислоты, растворы
неорганических солей (например, рассолы), заряженные поверхностно-активные
вещества, заряженные полимеры и их сочетания. Однако любое вещество, которое
способно образовывать водный придающий клейкость агент, нерастворимое в водных
10 растворах, может быть использовано в качестве активатора в соответствии с
рекомендациями представленного изобретения. Выбор активатора может
варьироваться, между прочим, в зависимости от выбранного водного придающего
клейкость агента. В некоторых вариантах осуществления, концентрации солей,
присутствующих в водах проектной поверхности земляной выемки, самой по себе
15 может быть достаточно для того, чтобы активировать водный придающий клейкость
агент. В таких вариантах осуществления, может необязательно включаться активатор
в уплотняющий агент.

Примеры подходящих органических кислот, которые могут быть использованы в
качестве активаторов, включают уксусную кислоту, муравьиную кислоту и их
20 сочетания. В некоторых вариантах осуществления, активатор может содержать смесь
уксусного и муравьиного ангидридов. Там, где используется органическая кислота, в
некоторых вариантах осуществления, процесс активации может быть сходным с
процессом коагуляции. Например, многие природные латексные каучуки могут быть
скоагулированы с уксусной или муравьиной кислотами во время производственных
25 процессов.

Подходящие неорганические соли, которые могут быть включены в растворы
неорганических солей и которые могут быть использованы в качестве активатора,
могут содержать в своем составе хлорид натрия, хлорид калия, хлорид кальция или
30 смеси этих солей.

В большинстве случаев там, где используются активаторы, активатор может
присутствовать в количестве, достаточном для обеспечения желаемой активации
водного придающего клейкость агента. В некоторых вариантах осуществления,
активатор может присутствовать в уплотняющих агентах в представленном
35 изобретении в количестве в диапазоне от примерно 1% до примерно 40% от веса
уплотняющего агента. Однако, в некоторых вариантах осуществления, например, там,
где используется раствор неорганической соли, активатор может присутствовать в
больших количествах. Количество присутствующего активатора в водном придающем
40 клейкость агенте может зависеть от количества водного придающего клейкость
агента, который присутствует, и/или желаемой скорости реакции. Дополнительная
информация о подходящих материалах может быть найдена в заявках на патент США
№№10/864,061 и 10/864,618, включенных в данное описание путем ссылки.

В большинстве случаев там, где используется водный придающий клейкость агент,
45 уплотняющий агент может содержать водную жидкость. Водной жидкостью,
присутствующей в уплотняющем агенте, может быть пресная вода, соленая вода,
морская вода или рассол, при условии, что соленость водного источника не является
нежелательным активатором водных придающих клейкость агентов, используемых в
50 настоящем изобретении. В некоторых вариантах осуществления водная жидкость
может присутствовать в количестве, в диапазоне от примерно 0,1% до примерно 98%
от веса уплотняющего агента.

В некоторых вариантах осуществления уплотняющий агент может содержать

поверхностно-активное вещество, которое облегчает процесс нанесения водного придающего клейкость агента на частицы, которые находятся в слое обрабатываемых частиц, и/или обрабатываемые образующиеся маленькие частицы. Типично, что водные придающие клейкость агенты в настоящем изобретении предпочтительно присоединяют частицы, имеющие противоположный заряд. Например, водный придающий клейкость агент, имеющий отрицательный заряд, может предпочтительно присоединиться к поверхностям, имеющим положительный средний электрокинетический потенциал и/или гидрофобную поверхность. Аналогично, положительно заряженный водный придающий клейкость агент может предпочтительно присоединиться к отрицательной со средним электрокинетическим потенциалом поверхности и/или гидрофильным поверхностям. Поэтому, в некоторых вариантах осуществления в настоящем изобретении, катионогенное поверхностно-активное вещество может быть включено в состав уплотняющего агента для облегчения применения отрицательно заряженного водного придающего клейкость агента по отношению к частицам, имеющим отрицательный электрокинетический потенциал. Как это будет понятно каждому из квалифицированных специалистов из данного описания, амфотерные и цвиттерионные поверхностно-активные вещества и их сочетания могут также быть использованы, пока они в этих условиях в состоянии подвергаться воздействию и пока во время их использования они проявляют желаемый заряд. Например, в некоторых вариантах осуществления, могут быть использованы смеси катионогенных и амфотерных поверхностно-активных веществ. Любое поверхностно-активное вещество, совместимое с водным придающим клейкость агентом, может быть использовано в представленном изобретении. Такие поверхностно-активные вещества включают, но не ограничиваются только этими веществами, сложные эфиры этоксилированного нонил фенол фосфата, смеси одного или более катионогенных поверхностно-активных веществ, одного или более неионогенных поверхностно-активных веществ и алкил фосфонатное поверхностно-активное вещество. Подходящие смеси одного или более катионогенных и неионогенных поверхностно-активных веществ описаны в патенте США №6311773, включенном в данное описание путем ссылки. В некоторых вариантах осуществления, может быть использовано C₁₂-C₂₂ алкил фосфонатное поверхностно-активное вещество. В некоторых вариантах осуществления, поверхностно-активное вещество может присутствовать в составе уплотняющего агента в количестве в диапазоне от примерно 0,1% до примерно 15% от веса уплотняющего агента. В некоторых вариантах осуществления, поверхностно-активное вещество может присутствовать в количестве от примерно 1% до примерно 5% от веса уплотняющего агента.

В некоторых вариантах осуществления, где используется водный придающий клейкость агент, уплотняющий агент, кроме того, может содержать в своем составе растворитель. Так, растворитель может быть использован, помимо других факторов, для уменьшения вязкости уплотняющего агента там, где это необходимо. В вариантах осуществления, где используется растворитель, информация о том, какое именно количество растворителя необходимо добавить для достижения вязкости, подходящей для подземных условий, находится в ведении одного из квалифицированных специалистов, который является автором этой статьи, но эта информация не раскрывается здесь. Любой растворитель, который совместим с водным придающим клейкость агентом и позволяет достигнуть желаемого эффекта вязкости, подходит для использования в представленном изобретении. Растворители, которые могут быть использованы в представленном изобретении, предпочтительно включают те

растворители, которые имеют высокие температуры кипения (наиболее предпочтительно выше примерно 125°F). Примеры некоторых подходящих для использования растворителей в представленном изобретении включают, но не ограничиваются только этими растворителями, воду, глициднобутиловый эфир, метиловый эфир дипропиленгликоля, бутиловый низший спирт, диметиловый эфир дипропиленгликоля, метиловый эфир диэтиленгликоля, бутиловый эфир этиленгликоля, бутиловый эфир диэтиленгликоля, пропиленкарбонат, бутиллактат, диметилсульфоксид, диметилформамид, метиловые эфиры жирных кислот и их сочетания.

В. Смолы

В некоторых вариантах осуществления, уплотняющий агент может содержать в своем составе смолу. Термин "смола", используемый в данном описании, относится к любому из многочисленных синтетических полимеризованных соединений с подобными физическими свойствами или химически модифицированные природные полимеры, включая термопластические материалы и терморезактивные материалы. Подходящие смолы включают как смолы, способные затвердевать, так и смолы не способные затвердевать. Смолы, способные затвердевать, подходящие для использования в уплотняющих агентах представленного изобретения, включают любую смолу, способную образовывать затвердевающую, уплотняющую массу. Так, способность частиц смолы затвердевать или не затвердевать зависит от ряда факторов, включая молекулярный вес, температуру, химические свойства смолы и разнообразные другие факторы, которые известны квалифицированному специалисту, который является автором данного изобретения.

Подходящие смолы включают, но не ограничиваются только этими примерами, двухкомпонентные смолы на эпоксидной основе, новолачные смолы, полиэпоксидные смолы, фенол-альдегидные смолы, мочевино-альдегидные смолы, уретановые смолы, фенольные смолы, фурановые смолы, фуран/фурфуроловые спиртовые смолы, фенольные/латексные смолы, фенолформальдегидные смолы, полиэфирные смолы и гибриды, и их сополимеры, полиуретановые смолы и гибриды, и их сополимеры, акрилатные смолы и их смеси. Некоторые из подходящих смол, такие как эпоксидные смолы, могут быть затвердевающими с внутренним катализатором или активатором в течение того периода, когда перекачиваются насосом вниз отверстия, причем они могут затвердевать при использовании только определенного времени и температуры. Другие подходящие смолы, такие как фурановые смолы, в большинстве случаев требуют действующего замедляющим образом во времени катализатора или внешнего катализатора для содействия активации процесса полимеризации смол, если температура, при которой происходит затвердевание, является низкой (то есть меньше чем 250°F), но эффект отверждения проявится во времени и при температуре, если температура проектной поверхности земляной выемки выше примерно 250°F, предпочтительно выше примерно 300°F. Выбор подходящей для использования смолы в вариантах осуществления представленного изобретения и определение того катализатора, который требуется для активации процесса затвердевания, находится в ведении одного из квалифицированных специалистов, который является автором этой статьи, но эта информация не раскрывается здесь с целью извлечения выгоды из этого открытия.

В некоторых вариантах осуществления уплотняющий агент содержит в своем составе смолу и растворитель. Любой из растворителей, который способен соединиться со смолой для достижения желаемого эффекта вязкости, является

подходящим для использования в представленном изобретении. Предпочтительные растворители включают те растворители, которые перечислены выше в разделе, где обсуждаются неводные придающие клейкость соединения. Информация о том, какой именно растворитель и в каком количестве этот растворитель необходимо добавить для достижения подходящей вязкости, находится в ведении одного из квалифицированных специалистов, который является автором настоящего изобретения, но здесь эта информация не раскрывается с целью извлечения выгоды из данного описания.

Г. Гелеобразующие композиции.

В некоторых вариантах осуществления, уплотняющий агент содержит в своем составе композиции, способные образовывать гели. Композиции, способные образовывать гели, подходящие для использования в настоящем изобретении, включают такие композиции, которые затвердевают с образованием полутвердых, неподвижных, гелеобразных веществ. Композицией, которая способна образовывать гели, может быть любая жидкая композиция, способная образовывать гель и способная превращаться в гелеобразное вещество, фактически предотвращающее возможную проницаемость проектной поверхности земляной выемки, что позволяет проектной поверхности земляной выемки оставаться эластичной. В контексте данного открытия термин "эластичный" означает состояние, в котором обработанная подземная формация становится относительно податливой и эластичной и способной выдерживать существенное давление, циркулирующее без существенного разрушения подземной формации. Таким образом, полученное гелеобразное вещество стабилизирует обрабатываемую область подземной формации, что позволяет ей амортизировать создаваемое напряжение во время колебания давления. В результате гелеобразное вещество может помочь в предотвращении разрушения подземной формации как за счет стабилизации, так и за счет увеличения эластичности обрабатываемой области. Примеры подходящих жидких композиций, способных образовывать гели, включают, но не ограничиваются только этими композициями, композиции смол, способные образовывать гели, водные силикатные композиции, способные образовывать гели, водные композиции полимеров, способных к сшиванию, и полимеризованные органические мономерные композиции.

1. Гелеобразующие композиции смол

Определенные варианты осуществления жидких композиций, способных образовывать гели, в настоящем изобретении включают композиции смол, способные образовывать гели, которые затвердевают с образованием эластичных гелей. В отличие от описанных выше способных затвердевать смол, которые затвердевают с образованием отвержденных масс, композиции смол, способные образовывать гели, затвердевают в эластичные, гелеобразные вещества, которые образуют вязкие гелеобразные вещества. Композиции смол, способные образовывать гели, позволяют обработанной области подземной формации оставаться эластичной и устойчивой к разрушениям. В большинстве случаев композиции смол, способные образовывать гели, пригодные для использования в соответствии с настоящим изобретением, содержат способные затвердевать смолы, разбавитель и отвердитель смол. Когда определенные отвердители смол, такие как полиамиды, используются в способных затвердевать композициях смол, композиции образуют полутвердые, неподвижные, гелеобразные вещества, описанные выше. В том случае, где используется отверждающий агент, это может привести к тому, что из органических композиций смол образуется твердый, хрупкий материал, более чем желаемое гелеобразное

вещество, причем композиции смол, способных затвердевать, могут, кроме того, содержать один или несколько "аддитивных пластификаторов" (описывается в более подробных деталях ниже) для обеспечения эластичности затвердевших композиций.

5 Примеры смол, способных образовывать гели, которые могут быть использованы в настоящем изобретении, включают, но не ограничиваются только этими примерами, органические смолы, такие как полиэпоксидные смолы (например, бисфенол а-эпихлоригидриновые смолы), полиэфирные смолы, мочевино-альдегидные смолы, фурановые смолы, уретановые смолы и их смеси. Из этих соединений
10 предпочтительными являются полиэпоксидные смолы.

Любой из растворителей, который способен соединиться со смолой, способной образовывать гели и с целью достижения желаемого эффекта вязкости, является подходящим для использования в представленном изобретении. Примеры
15 растворителей, которые могут быть использованы в композициях смол, способных образовывать гели представленного изобретения, включают, но не ограничиваются только этими растворителями, фенолы; формальдегиды, фуриловые спирты, фурфуролы, спирты, простые эфиры, такие как глициднобутиловый эфир и глицидэтилфенилглицидиловый эфир, и смеси этих эфиров. В некоторых вариантах
20 осуществления представленного изобретения, растворитель содержит в своем составе бутиллактат. Помимо других факторов, растворитель действует таким образом, чтобы обеспечить эластичность затвердевающей композиции. Растворитель может быть включен в композицию смолы, способную образовывать гель, в количестве, достаточном для обеспечения желаемого эффекта вязкости.

25 В большинстве случаев, любой из агентов отвердителей смолы, который может быть использован для отверждения органической смолы, является подходящим для использования в настоящем изобретении. Тогда, когда отвердителем смолы выбирают амид или полиамид, в большинстве случаев не будет требоваться добавлять
30 аддитивный пластификатор, потому что такие отвердители приводят к превращению композиции смолы, способной образовывать гели, в полутвердое, неподвижное, гелеобразное вещество. Другие подходящие агенты - отвердители смол (такие как амин, полиамин, метилен дианилин и другие известные агенты отвердители смол из статьи) - будут приводить к отверждению в твердый, хрупкий материал и будут, таким
35 образом, приносить пользу от добавления аддитивного пластификатора. В большинстве случаев, используемый агент - отвердитель смол - включают в состав композиции смолы, способной образовывать гели, и, возможно, аддитивный пластификатор включают или не включают, а если включают, то в количестве в
40 диапазоне от примерно 5% до примерно 75% от веса отвержденной смолы. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, используемый агент - отвердитель смол - включен в композицию смолы, способную образовывать гели, в количестве в диапазоне от примерно 20% до примерно 75% от веса отвержденной смолы.

45 Как отмечено выше, аддитивный пластификатор может быть использован для обеспечения эластичности гелеобразных веществ, образованных из отвержденных композиций смолы. Аддитивный пластификатор может быть использован там, где выбранный агент - отвердитель смолы - может привести композицию смолы, способную образовывать гели, к отверждению в твердый и хрупкий материал - более
50 чем желаемое гелеобразное вещество. Например, аддитивный пластификатор может быть использован там, где выбранный агент - отвердитель смолы - не является амидом или полиамидом. Примеры подходящих аддитивных пластификаторов

включают, но не ограничиваются только этими примерами, органический сложный эфир, насыщенный кислородом органический растворитель, ароматический растворитель и их сочетания. Из этих соединений сложные эфиры, такие как дибутил фталат, являются предпочтительными. В тех случаях, где используется аддитивный пластификатор, аддитивный пластификатор может быть включен в композицию смолы, способную образовывать гели, в количестве в диапазоне от примерно 5% до примерно 80% от веса смолы, способной образовывать гель. В некоторых вариантах осуществления представленного изобретения, аддитивный пластификатор может быть включен в отвержденную композицию смолы в количестве в диапазоне от примерно 20% до примерно 45% от веса отвержденной смолы.

2. Водные силикатные композиции, способные образовывать гели

В некоторых вариантах осуществления уплотняющие агенты настоящего изобретения могут включать водную силикатную композицию, способную образовывать гели. В большинстве случаев водные силикатные композиции, способные образовывать гели, пригодные для использования в соответствии с настоящим изобретением, в основном содержат в своем составе водный раствор силиката щелочного металла и активирующий температуру катализатор для осуществления процесса гелеобразования в водных растворах силикатов щелочных металлов.

Компонент водных силикатных композиций, способных образовывать гели - водный раствор силиката щелочного металла, - в большинстве случаев содержит водную жидкость и силикат щелочного металла. Водным жидким компонентом водного раствора силиката щелочного металла в большинстве случаев может быть пресная вода, соленая вода (например, вода, содержащая одну или более растворенную в ней соль), рассол (например, насыщенная соленая вода), морская вода или любая другая водная жидкость, которая не дает конкурирующих нежелательных реакций с другими компонентами, используемыми в соответствии с этим изобретением или с подземной формацией. Примеры подходящих силикатов щелочных металлов включают, но не ограничиваются только этими примерами, один или несколько силикат натрия, силикат калия, силикат лития, силикат рубидия или силикат цезия. Из этих соединений предпочтительным является силикат натрия. Так как силикат натрия существует во многих формах, то используемый силикат натрия в водном растворе силиката щелочного металла предпочтительно имеет $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$ весовое соотношение в диапазоне от примерно 1:2 до примерно 1:4. Наиболее предпочтительно, если используемый силикат натрия имеет $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$ весовое соотношение в диапазоне примерно 1:3,2. В большинстве случаев силикат щелочного металла присутствует в компоненте водного раствора силиката щелочного металла в количестве в диапазоне от примерно 0,1% до примерно 10% от веса компонента водного раствора силиката щелочного металла.

Компонент катализатор, активирующий температуру водных силикатных композиций, способных образовывать гели, используется, между прочим, для превращения водных силикатных композиций, способных образовывать гели в желаемые полутвердые, неподвижные, гелеобразные вещества, описанные выше. Выбор катализатора, активирующего температуру, связывают, по меньшей мере, частично, с температурой подземной формации, в которую будет вводиться водная силикатная композиция, способная образовывать гели. Катализаторы, активирующие температуру, которые могут быть использованы в водной силикатной композиции, способной образовывать гели, представленного изобретения, включают, но не

ограничиваются только этими катализаторами, сульфат аммония (который является наиболее подходящим в диапазоне от примерно 60°F до примерно 240°F); кислый пиррофосфат натрия (который является наиболее подходящим в диапазоне от примерно 60°F до примерно 240°F); лимонная кислота (который является наиболее подходящим в диапазоне от примерно 60°F до примерно 120°F); и этилацетат (который является наиболее подходящим в диапазоне от примерно 60°F до примерно 120°F). В большинстве случаев, катализатор, активирующий температуру, присутствует в водной силикатной композиции, способной образовывать гели, в диапазоне от примерно 0,1% до примерно 5% от веса водной силикатной композиции, способной образовывать гели.

3. Водные композиции полимеров, способных к сшиванию

В других вариантах осуществления, уплотняющий агент представленного изобретения содержит в своем составе водные композиции полимеров, способных к сшиванию. В большинстве случаев, подходящие водные композиции полимеров, способных к сшиванию, содержат в своем составе водный растворитель, полимер, способный к сшиванию, и сшивающий агент. Такие композиции похожи на те композиции, которые используются для образования гелеобразных обрабатываемых жидкостей, таких жидкостей, которые приводят к разрыву, но согласно способам настоящего изобретения они не подвергаются воздействию дробилок или разрушителей связей и в таком состоянии они сохраняют свою вязкую природу во времени.

Водным растворителем может быть любой из растворителей, в котором композиция, способная к сшиванию, и сшивающий агент могут быть растворены, смешаны, суспендированы или диспергированы в нем для облегчения образования геля. Например, используемым водным растворителем может быть пресная вода, соленая вода, рассол, морская вода или любая другая водная жидкость, которая не дает конкурирующих нежелательных реакций с другими компонентами, используемыми в соответствии с этим изобретением или с подземной формацией.

Примеры полимеров, способных к сшиванию, которые могут быть использованы в водных композициях полимеров, способных к сшиванию, включают, но не ограничиваются только этими полимерами, карбоксилат-содержащие полимеры и акриламид-содержащие полимеры. Предпочтительные акриламид-содержащие полимеры включают полиакриламид, частично гидролизованный полиакриламид, сополимеры акриламида и акрилата, и карбоксилат-содержащие трехзвенные полимеры и четырехзвенные полимеры акрилата. Дополнительные примеры подходящих полимеров, способных к сшиванию, включают полимеры, способные образовывать гидраты, включающие полисахариды и их производные, и те полимеры, которые содержат один или более моносахаридов - галактозу, маннозу, глюкозид, глюкозу, ксилозу, арабинозу, фруктозу, глюконовую кислоту или пиранозил сульфат. Подходящие природные полимеры, способные образовывать гидраты, включают, но не ограничиваются только этими примерами, гуаровую смолу, смолу, содержащуюся в коре робинии-псевдоакалии, смолу, содержащуюся в цезальпинии колючей, конджаке, тамаринде, крахмал, целлюлозу, карайю, ксантан, трагакант и каррагееenan, и производные всех перечисленных природных полимеров. Подходящие способные гидролизаться синтетические полимеры и сополимеры, которые могут быть использованы в водных композициях полимеров, способных к сшиванию, включают, но не ограничиваются только этими соединениями, полиакрилаты, полиметакрилаты, полиакриламиды, малеиновый ангидрид, метилвиниловые полимеры сложных эфиров,

поливиниловые спирты и поливинилпирролидон. Используемый полимер, способный к сшиванию, должен быть включен в водную композицию полимеров, способных к сшиванию, в количестве, достаточном для образования желаемого гелеобразного вещества в подземной проектной поверхности земляной выемки. В некоторых вариантах осуществления представленного изобретения, полимер, способный к сшиванию, включается в водную композицию полимера, способного к сшиванию, в количестве, в диапазоне от примерно 1% до примерно 30% от веса водного растворителя. В других вариантах осуществления представленного изобретения, полимер, способный к сшиванию, включается в водную композицию полимера, способного к сшиванию в количестве в диапазоне от примерно 1% до примерно 20% от веса водного растворителя.

Водные композиции полимеров, способных к сшиванию в представленном изобретении, кроме того, содержат сшивающий агент для сшивания полимеров, способных к сшиванию с целью получения желаемого гелеобразного вещества. В некоторых вариантах осуществления, сшивающим агентом является молекула или комплекс, содержащий реакционно-способный катион переходного металла. Наиболее предпочтительный сшивающий агент содержит катионы трехвалентного хрома, образующего комплексы или образующего связи с анионами, атомарным кислородом или водой. Примеры подходящих сшивающих агентов включают, но не ограничиваются только этими примерами, соединения или комплексы, содержащие ацетат хрома и/или хлорид хрома. Другие подходящие катионы переходных металлов включают хром VI в пределах окислительно-восстановительной системы, алюминий III, железо II, железо III и цирконий IV.

Сшивающий агент может присутствовать в водных композициях полимеров, способных к сшиванию представленного изобретения, в количестве, достаточном для обеспечения, между прочим, желаемой степени сшивания. В некоторых вариантах осуществления представленного изобретения, сшивающий агент присутствует в водных композициях полимеров, способных к сшиванию представленного изобретения, в количестве в диапазоне от примерно 0,01% до примерно 5% от веса водной композиции полимера, способного к сшиванию. Точный тип и количество используемого сшивающего агента или агентов зависит от специфики полимера, способного к сшиванию, который должен быть сшит, температурных условий подземной формации и других факторов, известных только некоторым квалифицированным специалистам, которые являются авторами настоящего изобретения.

Водные композиции полимеров, способных к сшиванию, необязательно, но, кроме того, могут содержать сшивающий задерживающий агент, например сшивающий задерживающий агент полисахарид, полученный из гуаровой смолы и гуаровых производных или производных целлюлозы. Сшивающий задерживающий агент может быть включен в водные композиции полимеров, способных к сшиванию, для задержки процесса сшивания водных композиций полимеров, способных к сшиванию, до тех пор, пока это требуется. Один из первоклассных квалифицированных специалистов, который является автором настоящего изобретения, знает подходящее количество сшивающего задерживающего агента, которое вводится в водные композиции полимеров, способных к сшиванию, для желаемого применения, но эта информация здесь не раскрывается.

4. Полимеризуемые органические мономерные композиции

В других вариантах осуществления, жидкие гелеобразные композиции

представленного изобретения содержат органические композиции мономеров, способных полимеризоваться. В большинстве случаев подходящие органические композиции мономеров, способных полимеризоваться, содержат жидкость на водной основе, растворимый в воде органический мономер, способный полимеризоваться, кислородный поглотитель и первичный инициатор.

Жидким компонентом, имеющим водную основу, органической композиции мономеров, способных полимеризоваться, в большинстве случаев может быть пресная вода, соленая вода, рассол, морская вода или любая другая водная жидкость, которая не дает конкурирующих нежелательных реакций с другими компонентами, используемыми в соответствии с этим изобретением или с подземной формацией.

Разнообразные мономеры являются подходящими для использования в качестве растворимых в воде органических мономеров, способных полимеризоваться, в представленном изобретении. Примеры подходящих мономеров включают, но не ограничиваются только этими примерами, акриловую кислоту, метакриловую кислоту, акриламид, метакриламид, 2-метакриламидо-2-метилпропан сульфокислоты, 2-диметилакриламид, винил сульфокислота, N,N-диметиламиноэтилметакрилат, хлорид 2-триэтиламмонийметилметакрилата, N,N-диметил-аминопропилметакриламид, хлорид метакриламидпропилтриэтиламмония, N-винил пирролидон, винил-фосфиновая кислота и сульфат метакрилоилоксиэтил триметиламмония, и их смеси. Предпочтительно растворимый в воде органический мономер, способный полимеризоваться, должен быть самосшиваемым. Примеры самосшиваемых подходящих мономеров включают, но не ограничиваются только этими примерами, гидроксиэтилакрилат, гидроксиметилакрилат, гидроксиэтилметакрилат, N-гидроксиметилакриламид, N-гидроксиметил-метакриламид, полиэтиленгликоль акрилат, полиэтиленгликоль метакрилат, полипропиленгликоль акрилат, полипропиленгликоль метакрилат и их смеси. Из этих мономеров предпочтительным является гидроксиэтилакрилат. Примером в особенности предпочтительного мономера является гидроксиэтилцеллоулозо-винил форсфорной кислоты.

Растворимый в воде органический мономер (или мономеры, там, где используется их смесь) должен быть включен в органическую композицию мономера, способного полимеризоваться в количестве, достаточном для образования желаемого гелеобразного вещества после помещения органической композиции мономера, способного полимеризоваться, в подземную проектную поверхность земляной выемки. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, растворимый в воде органический мономер, способный полимеризоваться, включается в органическую композицию мономера, способного полимеризоваться, в количестве в диапазоне от примерно 1% до примерно 30% от веса жидкости на водной основе. В другом варианте осуществления настоящего изобретения, растворимый в воде органический мономер, способный полимеризоваться, включается в органическую композицию мономера, способного полимеризоваться, в количестве в диапазоне от примерно 1% до примерно 20% от веса жидкости на водной основе.

Присутствие кислорода в органической композиции мономера, способного полимеризоваться, может задерживать процесс полимеризации растворимого в воде органического мономера, способного полимеризоваться, или мономеров. Поэтому кислородный поглотитель, такой как хлорид олова, может быть включен в композицию мономера, способного полимеризоваться. Для улучшения растворимости хлорида олова таким образом, чтобы хлорид олова смог быть легко и быстро объединен с органической композицией мономера, способного полимеризоваться,

хлорид олова может быть заранее растворен в растворе хлористоводородной кислоты. Например, хлорид олова может быть растворен в 0,1%-ном от веса водном растворе хлористоводородной кислоты в количестве примерно 10% от веса полученного раствора. Полученный раствор хлорид олова - хлористоводородная кислота может быть включен в органическую композицию мономера, способного полимеризоваться, в количестве в диапазоне от примерно 0,1% до примерно 10% от веса органической композиции мономера, способного полимеризоваться. В большинстве случаев хлорид олова может быть включен в органическую композицию мономера, способного полимеризоваться, в представленном изобретении в количестве в диапазоне от примерно 0,005% до примерно 0,1% от веса органической композиции мономера, способного полимеризоваться.

Первичный инициатор используется, между прочим, для того, чтобы инициировать процесс полимеризации используемого в представленном изобретении растворимого в воде органического мономера (мономеров), способного полимеризоваться. Любое соединение или соединения, которые образуют свободные радикалы в водных растворах, могут быть использованы в качестве первичного инициатора. Свободные радикалы действуют, между прочим, так, чтобы инициировать процесс полимеризации растворимого в воде органического мономера, способного полимеризоваться, присутствующего в органической композиции мономера, способного полимеризоваться. Соединения, подходящие для использования в качестве первичного инициатора, включают, но не ограничиваются только этими соединениями, персульфаты щелочных металлов; пероксиды; окислительно-восстановительные системы применяемых восстановительных агентов, таких как сульфиты в сочетании с окислителями; и азо полимеризационные инициаторы. Предпочтительные азо полимеризационные инициаторы включают 2,2'-азобис(2-имидазол-2-гидроксиэтил) пропан, 2,2'-азобис(2-аминопропан), 4,4'-азобис(4-цианвалериановая кислота) и 2,2'-азобис(2-метил-N-(2-гидроксиэтил)) пропионамид. В большинстве случаев первичный инициатор должен присутствовать в органической композиции мономера, способного полимеризоваться, в количестве, достаточном для инициирования процесса полимеризации растворимого в воде органического мономера (мономеров), способного полимеризоваться. В некоторых вариантах осуществления представленного изобретения, первичный инициатор присутствует в органической композиции мономера, способного полимеризоваться, в количестве в диапазоне от примерно 0,1% до примерно 5% от веса растворимого в воде органического мономера (мономеров), способного полимеризоваться. Один из квалифицированных специалистов, который является одним из авторов изобретения, признает, что при увеличении температуры процесса полимеризации требуемый уровень активатора уменьшается.

Органические композиции мономеров, способных полимеризоваться, необязательно, но могут включать вторичный инициатор. Вторичный инициатор может быть использован, например, там, где невыдержанные водные гели помещают в относительно холодную по сравнению с поверхностью подземную формацию, как, например, при проведении глубоководных операций ниже, чем уровень размещения бурового раствора. Вторичным инициатором может быть любое подходящее растворимое в воде соединение или соединения, которые могут взаимодействовать с первичным инициатором для обеспечения свободными радикалами при пониженных температурах. Примером подходящего вторичного инициатора является триэтаноламин. В некоторых вариантах осуществления представленного изобретения,

вторичный инициатор присутствует в органической композиции мономера, способного полимеризоваться, в количестве в диапазоне от примерно 0,1% до примерно 5% от веса растворимого в воде органического мономера (мономеров), способного полимеризоваться.

5 Также, необязательно, органические композиции мономеров, способных полимеризоваться, представленного изобретения, кроме того, могут включать сшивающий агент для сшивания органических композиций мономеров, способных полимеризоваться в желаемое гелеобразное вещество. В некоторых вариантах
10 осуществления, сшивающим агентом является молекула или комплекс, содержащий реакционно-способный катион переходного металла. Наиболее предпочтительный сшивающий агент содержит в своем составе катионы трехвалентного хрома, образующего комплексы или образующего связи с анионами, атомарным кислородом или водой. Примеры подходящих сшивающих агентов включают, но не
15 ограничиваются только этими примерами, соединения или комплексы, содержащие ацетат хрома и/или хлорид хрома. Другие подходящие катионы переходных металлов включают хром VI в пределах окислительно-восстановительной системы, алюминий III, железо II, железо III и цирконий IV. В большинстве случаев сшивающий
20 агент может присутствовать в органических композициях мономеров, способных полимеризоваться, в количестве в диапазоне от примерно 0,01% до примерно 5% от веса органической композиции мономера, способного полимеризоваться.

Следовательно, настоящее изобретение является хорошо адаптированным, чтобы достигнуть завершенности, и отмечены преимущества так же как те, которые
25 присутствуют здесь. Особые варианты осуществления, раскрытые выше, иллюстрируют только то, как представленное изобретение может быть модифицировано и практически применено в различных, но равноценных способах, очевидных только тем квалифицированным специалистам, которые являются
30 авторами этой статьи и которые могут получить выгоду от предоставленной информации и от проводимого обучения, а именно каким образом можно практически применить варианты осуществления, представленные в этом изобретении. Кроме того, не предполагается никаких других ограничений, чем описанных в формулах изобретения ниже, к деталям конструкции или дизайну, представленным здесь.
35 Поэтому очевидно, что обстоятельные иллюстративные варианты осуществления, раскрытые выше, могут быть изменены или модифицированы, причем все такие изменения принимаются во внимание в пределах компетенции и характера представленного изобретения. В особенности каждый диапазон значений (форма "от
40 примерно а до примерно б", или что эквивалентно "от приблизительно а до б, или что эквивалентно "от приблизительно а-б), раскрытых здесь, должен пониматься как ссылка на правильное направление установления (установление всех значений) соответствующего диапазона значений и установление направления каждого диапазона, содержащегося в пределах широкого диапазона значений. Также термины
45 в формулах изобретения имеют свое четкое, обычное значение до тех пор, пока в противном случае подробно и четко определены владельцами патента.

Формула изобретения

50 1. Способ восстановления подземных сред, содержащий следующие этапы: введение очищающей жидкости через ствол скважины в область подземной формации, через которую проходит ствол скважины; приложение импульсного давления к очищающей жидкости; введение через ствол скважины в область подземной формации

уплотняющего агента, содержащего, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из неводного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полиамида, продукта реакции конденсации поликислоты и полиамида, полиэфира, поликарбоната, поликарбамата, природной смолы и их комбинаций, водного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полимеров акриловой кислоты, полимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров акриловой кислоты, гомополимеров акриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, сополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров метакриловой кислоты, гомополимеров метакриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров метакриловой кислоты, акриламидо-метил-пропан сульфонатных полимеров, акриламидо-метил-пропан сульфонатных производных полимеров, акриламидо-метил-пропан сульфонатных сополимеров и акриловой кислоты/акриламидо-метил-пропан сульфонатных сополимеров и их комбинаций, смолы, выбранной из группы, состоящей из двухкомпонентной смолы на эпоксидной основе, новолачной смолы, полиэпоксидной смолы, фенол-альдегидной смолы, мочевино-альдегидной смолы, уретановой смолы, фенольной смолы, фурановой смолы, фуран/фурфуроловой спиртовой смолы, фенольной/латексной смолы, фенолформальдегидной смолы, полиэфирной смолы, гибрида полиэфирной смолы, сополимеров полиэфирной смолы, полиуретановой смолы, гибридов полиуретановой смолы, сополимеров полиуретановой смолы, акрилатной смолы и комбинаций указанных смол, и гелеобразующей композиции, выбранной из группы, состоящей из гелеобразующей композиции смолы, водной силикатной гелеобразующей композиции, водной композиции сшиваемого полимера и полимеризуемой органической мономерной композиции и комбинаций неводного и водного придающих клейкость агентов, смолы и гелеобразующей композиции.

2. Способ по п.1, в котором очищающая жидкость перемещает из ствола скважины множество мелких частиц, находящихся на путях прохождения потока жидкости в области подземной формации.

3. Способ по п.1, в котором очищающая жидкость растворяет образующиеся отложения и/или мелкие частицы в области подземной формации.

4. Способ по п.1, в котором область подземной формации включает, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из расклинивающего агента, гравийной набивки хвостовика, песочного сетчатого фильтра и их комбинаций.

5. Способ по п.1, в котором импульсное давление перемещает множество мелких частиц с путей прохождения потока жидкости в области подземной формации.

6. Способ по п.1, в котором импульсное давление прилагается с частотой в диапазоне от примерно 0,001 Гц до примерно 1 Гц.

7. Способ по п.1, в котором импульсное давление, приложенное к жидкости, создает импульсное давление в области подземной формации в пределе от около 10 фунтов на квадратный дюйм до около 3000 фунтов на квадратный дюйм.

8. Способ по п.1, дополнительно содержащий протекание очищающей жидкости через импульсное устройство для создания импульсного давления.

9. Способ по п.1, дополнительно содержащий протекание очищающей жидкости через жидкостной осциллятор для создания импульсного давления.

10. Способ по п.1, дополнительно содержащий приложение импульсного давления к уплотняющему агенту.

11. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент дополнительно содержит

растворитель.

12. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент содержит неводный придающий клейкость агент и дополнительно содержит растворитель.

13. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент содержит неводный придающий клейкость агент и дополнительно содержит растворитель и многофункциональный материал.

14. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент содержит водный придающий клейкость агент и дополнительно содержит растворитель.

15. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент содержит водный придающий клейкость агент, содержащий полиакрилатный сложный эфир, и дополнительно содержит растворитель.

16. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент содержит водный придающий клейкость агент и дополнительно содержит растворитель и активатор.

17. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент содержит смолу и дополнительно содержит растворитель.

18. Способ по п.1, в котором уплотняющий агент содержит гелеобразующую композицию.

19. Способ по п.1, дополнительно содержащий, по меньшей мере, один этап, выбранный из закрытия ствола скважины на период времени после введения уплотняющего агента, введения жидкости после промывания в область подземной формации после введения уплотняющего агента, разрыва области подземной формации после введения уплотняющего агента и их комбинаций.

20. Способ очистки песочного сетчатого фильтра, содержащий следующие этапы: введение очищающей жидкости в область подземной формации через песочный сетчатый фильтр, расположенный в стволе скважины, проходящем через подземную формацию; приложение импульсного давления к очищающей жидкости; введение через песочный сетчатый фильтр в область подземной формации уплотняющего агента, содержащего, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из неводного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полиамида, продукта реакции конденсации поликислоты и полиамида, полиэфира, поликарбоната, поликарбамата, природной смолы и их комбинаций, водного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полимеров акриловой кислоты, полимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров акриловой кислоты, гомополимеров акриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, сополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров метакриловой кислоты, гомополимеров метакриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров метакриловой кислоты, акриламида-метил-пропан сульфонатных полимеров, акриламида-метил-пропан сульфонатных производных полимеров, акриламида-метил-пропан сульфонатных сополимеров и акриловой кислоты/акриламида-метил-пропан сульфонатных сополимеров и их комбинаций, смолы, выбранной из группы, состоящей из двухкомпонентной смолы на эпоксидной основе, новолачной смолы, полиэпоксидной смолы, фенол-альдегидной смолы, мочевино-альдегидной смолы, уретановой смолы, фенольной смолы, фурановой смолы, фуран/фурфуроловой спиртовой смолы, фенольной/латексной смолы, фенолформальдегидной смолы, полиэфирной смолы, гибрида полиэфирной смолы, сополимеров полиэфирной смолы, полиуретановой смолы, гибридов полиуретановой смолы, сополимеров полиуретановой смолы, акрилатной смолы и сочетаний этих смол, и гелеобразующей композиции, выбранной

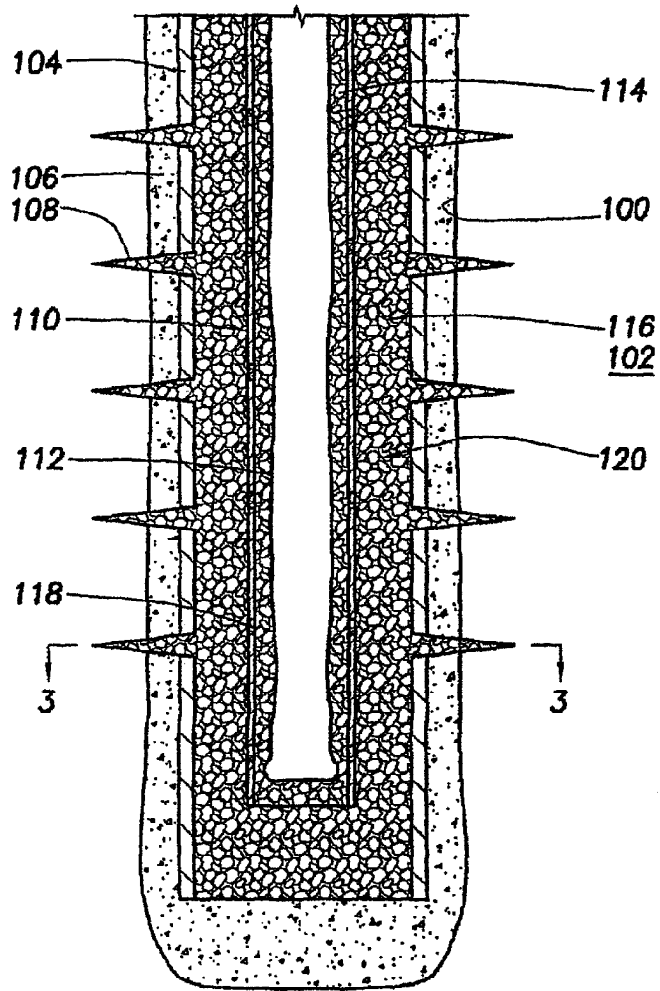
из группы, состоящей из гелеобразующей композиции смолы, водной силикатной гелеобразующей композиции, водной композиции сшиваемого полимера и полимеризуемой органической мономерной композиции и комбинаций неводного и водного придающих клейкость агентов, смолы и гелеобразующей композиции.

5 21. Способ по п.20, в котором песочным сетчатым фильтром является сетчатый фильтр с проволочной обмоткой, набивной сетчатый фильтр или расширяемый сетчатый фильтр.

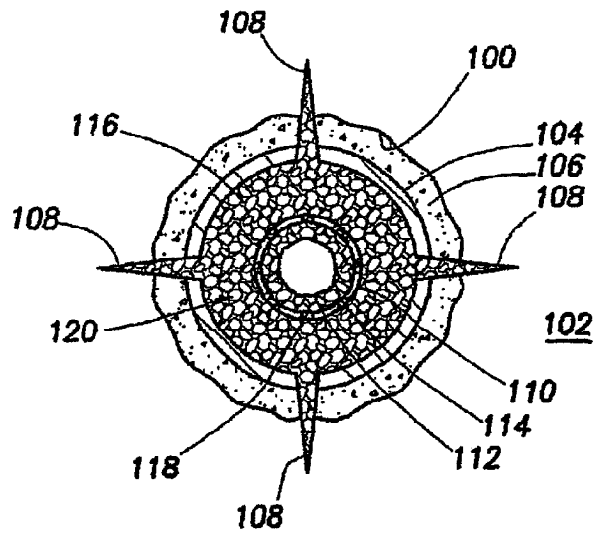
10 22. Способ по п.20, в котором очищающая жидкость вводится в подземную формацию через гравийную набивку, расположенную в кольцевом пространстве между сетчатым фильтром и областью подземной формации.

23. Способ по п.20, дополнительно содержащий протекание очищающей жидкости через жидкостной осциллятор для создания импульсного давления.

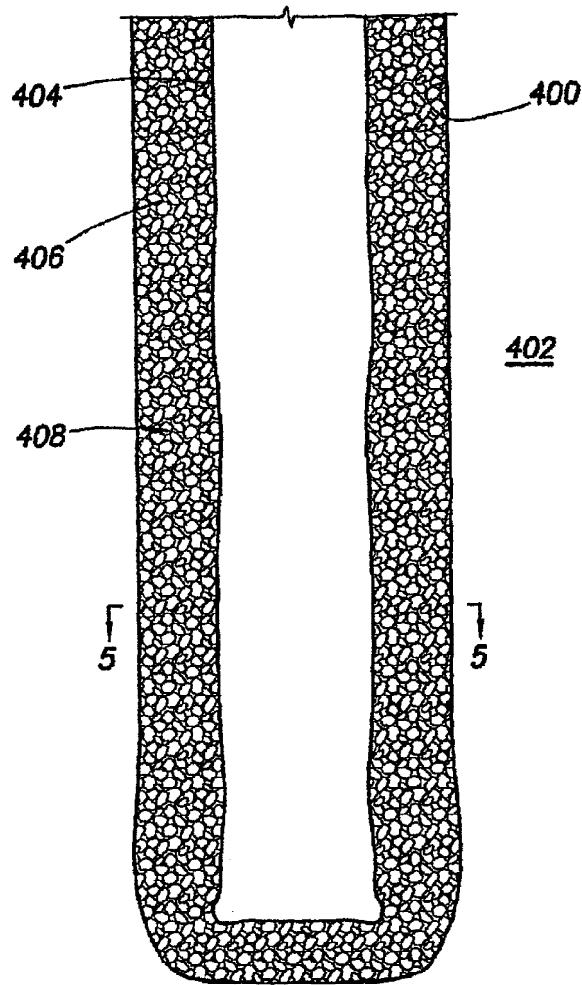
15 24. Способ очистки песочного сетчатого фильтра и гравийной набивки, содержащий следующие этапы: размещение жидкостного осциллятора в стволе скважины вблизи песочного сетчатого фильтра, расположенного в стволе скважины; введение очищающей жидкости через жидкостной осциллятор, сетчатый фильтр и гравийную набивку в область подземной формации, через которую проходит ствол
20 скважины, при этом гравийная набивка расположена в кольцевом пространстве между сетчатым фильтром и областью подземной формации, и импульсное давление создается в очищающей жидкости посредством введения очищающей жидкости через жидкостной осциллятор; введение через сетчатый фильтр и гравийную набивку в область подземной формации уплотняющего агента, содержащего, по меньшей мере,
25 один элемент, выбранный из группы, состоящей из полиамида, продукта реакции конденсации поликислоты и полиамида, полиэфира, поликарбоната, поликарбамата, природной смолы и их комбинаций, водного придающего клейкость агента, выбранного из группы, состоящей из полимеров акриловой кислоты, полимеров
30 сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров акриловой кислоты, гомополимеров акриловой кислоты, гомополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, сополимеров сложных эфиров акриловой кислоты, производных полимеров метакриловой кислоты, гомополимеров метакриловой кислоты, гомополимеров
35 сложных эфиров метакриловой кислоты, акриламида-метил-пропан сульфонатных полимеров, акриламида-метил-пропан сульфонатных производных полимеров, акриламида-метил-пропан сульфонатных сополимеров и акриловой
кислоты/акриламида-метил-пропан сульфонатных сополимеров и их комбинаций, смолы, выбранной из группы, состоящей из двухкомпонентной смолы на эпоксидной
40 основе, новолачной смолы, полиэпоксидной смолы, фенолальдегидной смолы, мочевино-альдегидной смолы, уретановой смолы, фенольной смолы, фурановой смолы, фуран/фурфуроловой спиртовой смолы, фенольной/латексной смолы, фенолформальдегидной смолы, полиэфирной смолы, гибрида полиэфирной смолы,
45 сополимеров полиэфирной смолы, полиуретановой смолы, гибридов полиуретановой смолы, сополимеров полиуретановой смолы, акрилатной смолы и сочетаний этих смол, и гелеобразующей композиции, выбранной из группы, состоящей из
гелеобразующей композиции смолы, водной силикатной гелеобразующей композиции, водной композиции сшиваемого полимера и полимеризуемой органической
50 мономерной композиции и комбинаций неводного и водного придающих клейкость агентов, смолы и гелеобразующей композиции.



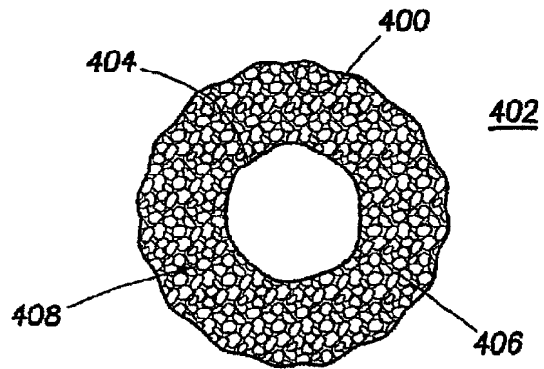
Фиг.1



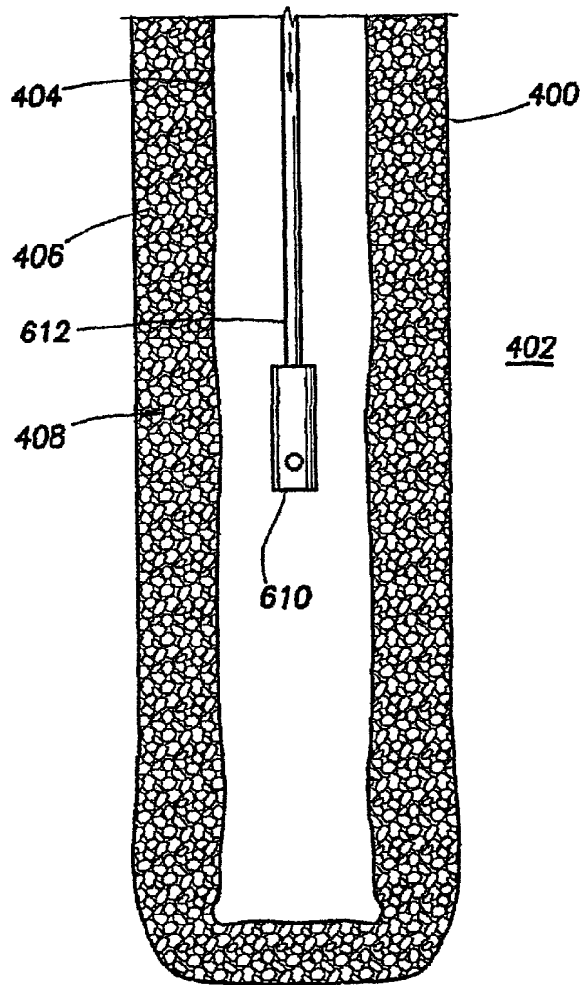
Фиг.2



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6